

DOR VS. TEMPO DE APLICAÇÃO DE FORÇA – ESTUDO PRELIMINAR

Catarina Barreiro¹, Sónia Pereira¹, Paula Silva² e Célio Figueiredo-Pina²

¹ Aluna ESTSetúbal, Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal;

² ESTSetúbal, Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal; paula.silva@estsetubal.ips.pt;
celio.pina@estsetubal.ips.pt

PALAVRAS CHAVE: Dor, Tempo de aplicação de força, Ensaio de indentação

RESUMO: *A sensação de dor ou desconforto é uma das reações do corpo humano à aplicação de forças e depende da amplitude, direção, frequência e tempo de aplicação da mesma. A aplicação de forças sobre o corpo humano devido à utilização de equipamentos de reabilitação é inevitável pelo que é necessário promover a segurança e conforto dos pacientes para garantir a utilização com sucesso destes equipamentos.*

O objetivo deste estudo é analisar a relação entre “sem dor”, “limiar da dor” e “dor máxima” com o tempo de aplicação de força, tendo-se para isso efetuado ensaios de indentação em cinco pontos anatómicos do antebraço, em dois indivíduos do mesmo género (feminino) com a mesma idade. Os ensaios estão divididos em três fases. Na primeira fase de ensaios mediu-se os valores de carga no momento em que os indivíduos começavam a sentir dor (limiar da dor). Na segunda e terceira fase aplicou-se percentagens de 10, 15, 20, 25, 35 e 40% superiores e inferiores ao limiar da dor, com limite máximo de 180 segundos. Nestes ensaios registaram-se os valores de tempo máximo suportado para cada carga, que corresponde ao momento no qual os indivíduos sentiram a dor máxima.

Os resultados demonstram que abaixo do valor de carga no limiar da dor, os indivíduos conseguem suportar o ensaio para além do tempo máximo de 180 segundos sem sentir dor. Para valores de carga superiores ao valor do limiar da dor o tempo máximo suportado durante os ensaios diminui, ou seja, à medida que o valor de carga aumenta o intervalo de tempo máximo diminui. A aplicação crescente ou decrescente de valores de carga superior ao limiar da dor mostrou um comportamento desigual na resposta à dor. Os locais ensaiados não mostram sinais de aumento de tempo de suporte de carga com o decorrer das semanas de ensaio.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de equipamentos de reabilitação implica frequentemente a aplicação de forças em locais que não estão predestinados a suportar esses esforços [1]. No entanto a pele tem meios de alterar a sua morfologia de forma a adaptar-se às condições a que é sujeita [2]. Um dos conselhos dos profissionais de saúde no início da utilização de equipamentos de reabilitação é a sua utilização por tempos crescentes por forma a permitir a adaptação

da pele e evitar o surgimento de dor e/ou lesões. Daqui se infere que o tempo de aplicação das forças é um fator importante. Para simular o contacto entre os equipamentos e a pele é necessário conhecer os limites de aplicação de carga na pele para segurança e conforto do utilizador final [1]. Considera-se dois valores limites de carga aplicada: o valor do início da dor denominado “limiar da dor” e o valor da “dor máxima” suportada pelo

indivíduo. Ao intervalo entre a não existência de carga aplicada e a carga no “limiar de dor” denominamos por zona “sem dor” que será o intervalo aconselhado de aplicação de carga. No entanto para estes limites não é contabilizada a duração do contacto.

Neste trabalho pretende-se analisar qual a relação entre a amplitude de carga normal à superfície da pele e o tempo de aplicação no aparecimento da sensação de dor. Pretende-se também verificar se essa relação se altera com carregamentos crescentes ou decrescentes. Outra questão a analisar é verificar se existe um aumento do tempo suportado com a repetição da aplicação da carga.

2 METODOLOGIA

Como o objetivo de avaliar a influência do tempo de duração da aplicação de carga com o intervalo “sem dor” e os limites “limiar da dor” e “dor máxima”, foram efetuados ensaios de indentação em cinco pontos anatómicos do antebraço, em dois indivíduos do género feminino (I1 e I2), com 22 anos de idade, peso de 60 e 70 kg e uma altura de aproximadamente 1,7 m.

Na realização dos ensaios utilizou-se um equipamento desenvolvido na Escola Superior de Tecnologia de Setúbal (Fig.1), sendo que a força é medida por um transdutor de força (0-250N) colocado no indentador e a deformação é registada por um potenciómetro (0-50 mm). Os resultados são recolhidos a uma frequência de amostragem de 40 Hz. O indentador é posicionado perpendicularmente ao ponto de ensaio, aproxima-se da pele e dá início à indentação a uma velocidade constante. O indentador avança até ser atingida a dor máxima ou o indentador avança até ser atingida a força limite seleccionada e aí se mantém durante 180s no máximo. Quando o indivíduo sente o limite máximo de dor atua um controlador e o indentador retoma a sua posição inicial, à mesma velocidade.

Todos os ensaios foram realizados com um indentador com raio de 2,5 mm de aço inoxidável com a velocidade de penetração constantes de 1mm/s em cinco pontos anatómicos, como mostra a Fig. 2.

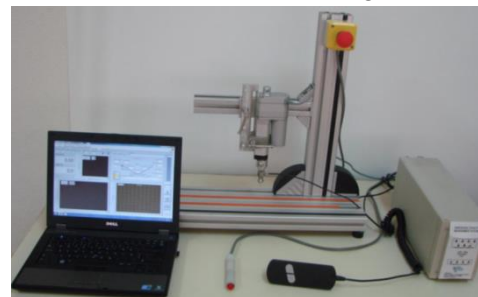


Fig. 1 Equipamento de ensaio.



Fig. 2 Localização dos pontos a testar.

Os ensaios estão divididos em três fases. Na primeira fase, os ensaios consistiram em comprimir o ponto de ensaio até ao indivíduo sentir a dor máxima, permitindo a obtenção dos valores de força e deformação máximos. Durante o ensaio o indivíduo verbalizou o início de dor, permitindo assim obter a deformação e a força para o limiar da dor. Obteve-se para cada ensaio uma curva de compressão descompressão, como a mostrada na Fig. 3.

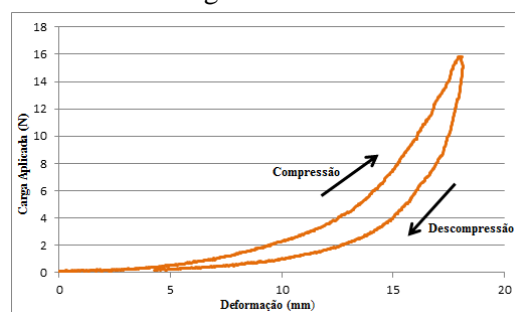


Fig. 3 Curva de compressão e descompressão obtida através do ensaio de penetração.

Na segunda fase aplicou-se percentagens de 10, 15, 20, 25% superiores e inferiores ao valor do limiar da dor, com limite máximo de 180 segundos apenas no ponto 3, devido a ser um ponto de fácil acesso. Os ensaios foram realizados aplicando os valores de força selecionados ascendentemente e posteriormente descendentemente. O tempo de espera entre ensaios foi de 5 minutos. Nestes ensaios registaram-se os valores de tempo máximo suportado para cada carga, que corresponde ao momento no qual os indivíduos em ensaio sentiram a dor máxima.

Na terceira fase aplicou-se percentagens de 0, 10, 15, 20, 35 e 40% superiores ao limiar da dor registando-se os valores de tempo suportado para cada carga. Entre cada percentagem de carga aplicada existiu um intervalo de aproximadamente 24 horas para permitir a recuperação da pele. Este procedimento foi repetido três vezes, o que corresponde a três semanas de ensaios.

3 RESULTADOS

Os resultados da primeira fase de ensaios apresentam uma grande dispersão quer para o valor de carga do limiar da dor, quer para o valor de carga da dor máxima, apesar de corresponderem apenas a dois indivíduos. Devido a este fato, utilizou-se a mediana dos valores de carga do limiar da dor, estando no intervalo de [2.7; 4.7] N, para os pontos testados.

Na segunda fase de ensaios obtiveram-se os resultados mostrados na Tab. 1. Verifica-se que quando a carga é ascendente, começando a 20 % abaixo do valor da carga do limiar da dor, os tecidos suportam a carga durante um tempo decrescente para ambos os indivíduos. No entanto quando a carga é descendente, começando a 25 % acima do valor da carga do limiar da dor, os tecidos suportam a carga durante um tempo bastante distinto para os dois indivíduos, em que o I1 apresenta uma diminuição do tempo e o I2 um aumento do tempo. Esta resposta pode ser a consequência do início

de lesão nos tecidos testados, apesar de nenhuma alteração ter sido detetada ao examinar os locais de ensaio.

Tab. 1 Tempo suportado ao atingir dor máxima para a segunda fase de ensaios: ↑ aplicação de carga de forma ascendente; ↓ aplicação de carga de forma descendente.

% Carga do Limiar da Dor	I1 [s] ↑	I2 [s] ↑	I1 [s] ↓	I2 [s] ↓
+25%	6	9	151	7
+20%	29	21	80	40
+15%	70	26	33	38
+10%	108	59	86	74
0%	110	80	82	44
-10%	180	142	58	74
-15%	180	160	55	72
-20%	180	180	53	69

Dos ensaios realizados na fase 2 verificou-se que para cargas inferiores ao valor de carga do limiar da dor, muitos dos ensaios excediam o tempo máximo de duração (180s), tendo-se optado por não continuar a realizar ensaios abaixo deste valor. Na terceira fase de ensaios obtiveram-se os resultados, mostrados nas Fig. 4 e 5. Dos gráficos não se consegue definir uma tendência entre o decorrer das semanas e o tempo suportado para cada carga aplicada. Verifica-se inclusive que em alguns pontos esse tempo de suporte de carga diminui.

Constata-se no entanto que para todos os ensaios se atingiu a dor máxima num intervalo inferior a 180 s.

4 DISCUSSÃO

Neste trabalho foram realizados ensaios de modo a permitir a análise do tempo de suporte de carga por indivíduos em vários pontos do antebraço. Aplicou-se um limite de duração do ensaio de 180s, que apesar de ser pequeno em comparação com os tempos que normalmente são preconizados para o início da utilização de equipamentos de reabilitação, é um período bastante longo para pedir a imobilização de indivíduos. Outra questão que surgiu durante os

ensaios é a recuperação ou não dos tecidos ensaiados. Apesar de, por inspeção, não se ter detetado lesões os resultados dos ensaios mostram um aumento de sensibilização ao carregamento com a diminuição dos tempos suportados, que varia de ponto para ponto e de individuo para individuo.

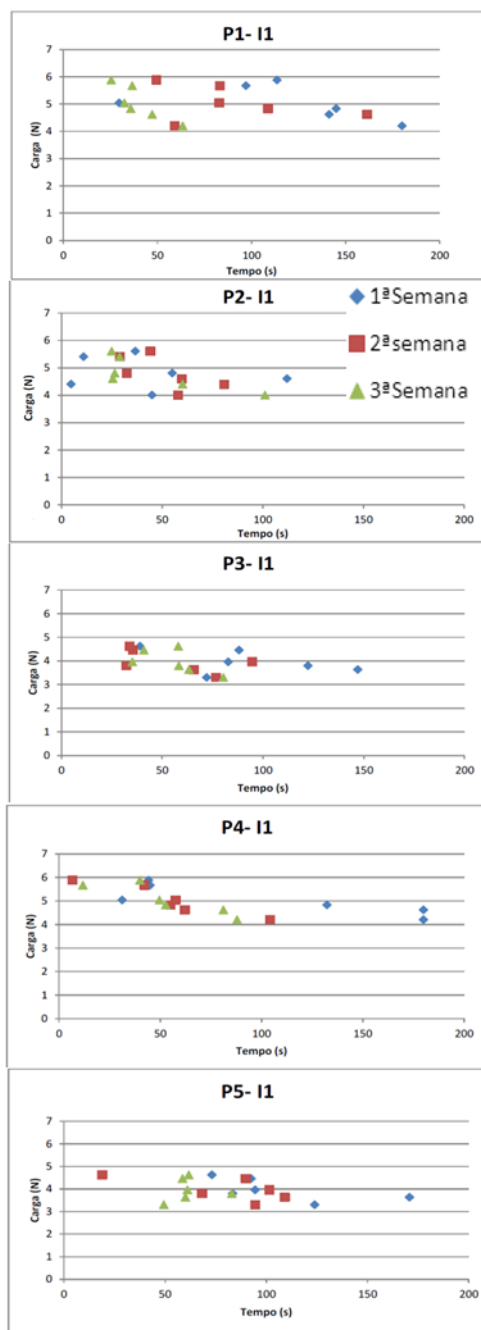


Fig. 4 Gráfico da carga (N) vs tempo para o I1 nos cinco pontos e nas três semanas. As cargas 0, 10, 15, 20, 35 e 40% superiores ao valor de carga do limiar da dor.

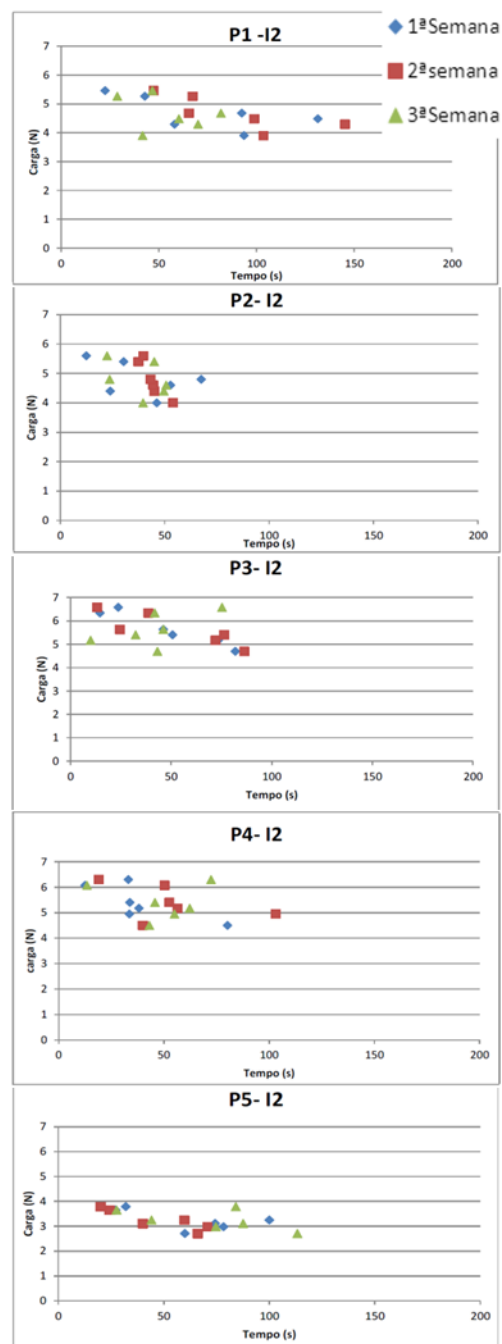


Fig. 5 Gráfico da carga (N) vs tempo para o I2 nos cinco pontos e nas três semanas. As cargas 0, 10, 15, 20, 35 e 40% superiores ao valor de carga do limiar da dor.

Dos resultados verifica-se que os ensaios com cargas abaixo do valor de carga do limiar da dor normalmente ultrapassam os 180s de tempo máximo de ensaio. Assim a carga máxima a aplicar no contacto entre equipamento de reabilitação e o individuo terá ser sempre inferior ao valor de carga do limiar da dor.

Dos resultados dos ensaios da segunda fase observa-se uma diminuição do tempo de suporte da carga com o aumento desta. Contudo quando a carga é aplicada de forma descendente não se consegue verificar qualquer tendência.

Os resultados dos ensaios da terceira fase também não mostram qualquer tendência de aumento de tempo suportado com o decorrer dos ensaios (três semanas) o que demonstra que no existe adaptação dos locais ensaiados ao estímulo, tal como é referenciado por Sanders, pelo contrario em alguns dos locais existiu a diminuição do tempo suportado, o que sugere a sensibilização dessas zonas de ensaio [3].

Este trabalho mostra a importância do tempo no aparecimento de dor, mesmo para cargas pequenas e mostra também as dificuldades em estudar este tipo de fenómeno. Tendo em conta a variabilidade dos resultados e a dificuldade na execução dos ensaios é necessário rever a abordagem escolhida e seleccionar uma forma mais expedita de elaboração de testes para estudar esta temática.

5 CONCLUSÕES

Com o objetivo de avaliar a influência do tempo de duração da aplicação de carga foram efetuados ensaios de indentação utilizando três metodologias distintas. Os resultados mostram que:

- Para cargas inferiores ao limiar da dor não se regista o aparecimento de dor em 180s.
- Quando a carga é aplicada de forma ascendente o tempo de suporte de carga diminui.
- Para cada percentagem de carga aplicada o tempo de suporte, nos locais ensaiados, não aumentou com o decorrer das semanas de ensaio.

Este trabalho mostra a importância do tempo de aplicação de carga, evidenciando

a necessidade de desenvolvimento de metodologias para a sua avaliação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio dado pela IPS através do Projecto I&D: Aplicação de Parâmetros de Contacto e Análise de Marcha no Projecto de Ortóteses Promovendo a Reabilitação.

REFERÊNCIAS

- [1] P Silva, "Computational Modelling of a Wearable Ankle-Foot Orthosis For Locomotion Analysis and Comfort Evaluation". DEM. IST, UTL 2012
- [2] Sanders, J. E., Goldstein, B. S. & Leotta, D. F. (1995) Skin response to mechanical stress: adaptation rather than breakdown - a literature review. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 32, 214-226.
- [3] M. Rodrigue, V. Bernardo, P. Silva, C. Figueiredo-Pina, Influência da Velocidade de Penetração No Limiar da Dor À Compressão, Proc. 5º Cong. Nac. Biomecânica, Espinho, Portugal, Fevereiro, 2013